

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-074361

(43)Date of publication of application : 11.03.2004

(51)Int.Cl. B23B 27/14
B23B 51/00
B23C 5/16
C23C 14/06

(21)Application number : 2002-239666 (71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
(22)Date of filing : 20.08.2002 (72)Inventor : IMAMURA SHINYA
FUKUI HARUYO
SETOYAMA MAKOTO
YAMAGATA KAZUO
MORIGUCHI HIDEKI

(54) COATED HARD TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a coated hard tool with improved abrasion resistance in a cutting tool such as a drill, an end mill, an edge replaceable tip for milling and turning, a metal saw, a gear cutting tool, a reamer, and a tap.

SOLUTION: On metal M other than Si, surface coating film of nitride, carbonitride, nitridoxide, and carbonitridoxide of Si_xM_y ($0.1 \leq y \leq 0.8$, $x+y=1$) composed of components of more than one sort among Ti, Al, Cr, Zr, V, Hf, Nb, Mo, W, and Ta is formed. Quantity of Si in the surface coating film is continuously varied in the surface coating film.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-74361

(P2004-74361A)

(43) 公開日 平成16年3月11日 (2004.3.11)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

B 2 3 B 27/14

B 2 3 B 27/14

A

3 C 0 3 7

B 2 3 B 51/00

B 2 3 B 51/00

J

3 C 0 4 6

B 2 3 C 5/16

B 2 3 C 5/16

4 K 0 2 9

C 2 3 C 14/06

C 2 3 C 14/06

E

C 2 3 C 14/06

K

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-239666 (P2002-239666)

(22) 出願日 平成14年8月20日 (2002.8.20)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(74) 代理人 100100147

弁理士 山野 宏

(74) 代理人 100070851

弁理士 青木 秀實

(72) 発明者 今村 晋也

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 福井 治世

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆硬質工具

(57) 【要約】

【課題】ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどの切削工具における耐摩耗性向上をはかる被覆硬質工具を提供する。

【解決手段】Si以外の金属MがTi, Al, Cr, Zr, V, Hf, Nb, Mo, W, Taの1種以上の成分で構成されるSi_xM_y (0.1 ≤ y ≤ 0.8, x + y = 1) の窒化物、炭窒化物、窒酸化物、炭窒酸化物からなる表面被覆膜が基材上に形成され、該表面被覆膜中のSi量が表面被覆膜中で連続的に変化することを特徴とする。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材と前記基材上に形成された表面被覆膜とを備え、前記表面被覆膜は $(M_x Si_y)$ の窒化物、炭窒化物、窒酸化物または炭窒酸化物からなり、 M は Ti 、 Al 、 Cr 、 Zr 、 V 、 Hf 、 Nb 、 Mo 、 W 、 Ta のなかから選ばれた少なくとも一種以上の成分で構成され、 $0.1 \leq y \leq 0.8$ 、 $x + y = 1$ であり、かつ表面被覆膜の硬度が基材側から表面側へかけて連続的または段階的に変化することを特徴とする被覆硬質工具。

【請求項 2】

前記表面被覆膜のナノインデントによる硬度が 18 GPa 以上 55 GPa 以下の範囲で基材側から表面側へ向けて連続的または段階的に増加することを特徴とする請求項 1 に記載の被覆硬質工具。

【請求項 3】

前記表面被覆膜のナノインデントによる硬度が 18 GPa 以上 55 GPa 以下の範囲で基材側から表面側へ向けて連続的または段階的に低下することを特徴とする請求項 1 に記載の被覆硬質工具。

【請求項 4】

前記表面被覆膜の厚みが $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $5.0 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項 5】

前記基材と前記表面被覆膜との間に $0.01 \mu\text{m}$ 以上 $1.0 \mu\text{m}$ 以下の厚みの Ti または Cr またはこれらの金属の窒化物を中間層として備えたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項 6】

前記表面被覆膜の表面上に最表層である $Ti_x Si_y C_a Nb_b$ 、(ただし $x + y = 1$ 、 $0.1 \leq y \leq 0.8$ 、 $a + b = 1$ 、 $0.1 \leq a \leq 0.6$) を備えたことを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項 7】

前記基材が WC 基超硬合金、サーメット、高速度鋼、セラミックス、立方晶窒化硼素焼結体、ダイヤモンド焼結体、窒化珪素焼結体、酸化アルミニウムと炭化チタンからなる基材のいずれかであることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項 8】

ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマまたはタップであることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項 9】

前記表面被覆膜は物理的蒸着法により被覆されたことを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の被覆硬質工具。

【請求項 10】

前記表面被覆膜はアーク式イオンプレーティング法により被覆されたことを特徴とする請求項 9 に記載の被覆硬質工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は被覆工具に関し、具体的には耐摩耗性の要求される切削工具やその他の耐摩工具として利用される被覆硬質合金工具の中で耐摩耗性に優れる被覆硬質合金工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

神戸製鋼所技報 Vol. 41 No. 3 (1991) 第 10 頁に示されるように、耐摩耗性及び表面保護機能改善のため、WC 基超硬合金、サーメット、高速度鋼などの切削工具や耐摩耗工具などの硬質基材の表面には、硬質被覆層として $TiAl$ の窒化物を単層または複層形成することは良く知られているところである。

【0003】

例えば、特開平 8-118106 号公報によれば、 $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ ただし $0.01 \leq x \leq 0.45$ 、 $0.01 \leq y \leq 0.1$ 、 $0.5 \leq z \leq 1.34$ のような $TiSi$ 系の被膜が提案されている。

$(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ は高速連続切削に用いた場合、耐摩耗性に優れ、使用寿命の延長が可能となることが開示されている。しかし、この $(Ti_{1-x} Si_x) (C_{1-y} N_y)_z$ は高硬度ではあるけれども、 Si が含有されることで非常に脆い性質があり、切削工具などに用いた場合特に断続切削に用いた場合、刃先が欠けやすいという問題があった。また、被膜の硬度が高いために内部に蓄積する圧縮の残留応力が高くなり、特にこのような切削工具に適用した場合、鋭利な刃先で膜が剥離してしまう問題もあった。加えて、ドライ加工時に問題となる被膜の潤滑性に関しては触れられていない。

【0004】

そこで、発明者らは被膜の剥離性や欠損性を維持させたまま耐摩耗性に優れる膜を得るためには、高硬度な被膜中の硬度を変化させることが有効であり、さらに切削性能が向上するという知見を得て、本発明に至った。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、最近の切削工具の動向として、地球環境保全の観点から切削油材を用いないドライ加工が求められていること、被削材が多様化していること、加工能率を一層向上させるため切削速度がより高速になってきていることなどがある。従って、工具刃先温度は益々高温になる傾向であり、工具材料に要求される特性は厳しくなる一方である。特に工具材料の要求特性として、高温での被膜の安定性（耐酸化特性や被膜の密着性）は勿論のこ

と、切削工具寿命に関係する耐摩耗性、すなわち被膜の高温に於ける硬度の向上や潤滑油剤に代わる被膜の潤滑特性が一段と重要となっている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、基材と前記基材上に形成された表面被覆膜とを備え、前記表面被覆膜は $(M_x Si_y)$ の窒化物、炭窒化物、窒酸化物または炭窒酸化物からなり、MはTi、Al、Cr、Zr、V、Hf、Nb、Mo、W、Taのなかから少なくとも一種以上の成分で構成され、 $0.1 \leq y \leq 0.8$ 、 $x+y=1$ であり、かつ表面被覆膜の硬度が基材側から表面側へかけて連続的あるいは段階的に変化する被覆硬質工具を提供するものである。

【0007】

特に、表面被覆膜中の硬度が基材側から表面に向かって連続的又は断続的に変化する、基材表面側で最大となる場合には耐摩耗性が向上する。しかし、従来のように、この最表面の高硬度膜を様に基材表面から被覆した場合には、鋭利な刃先において圧縮残留応力の影響で被膜が剥離してしまうので耐摩耗性被膜としては不十分である。

【0008】

また、表面被覆膜中の硬度が基材直上から表面に向かって連続的又は段階的に変化する、基材表面側で最少となるように被覆することも出来る。この場合、表面での硬度が基材側に比べ低くなるが逆に韌性は向上するので、例えばミリング加工など断続切削用途のような刃先に衝撃のかかる場合に発生する刃先の膜剥離や欠けを抑制することが出来るので好ましい。ナノインデントによる硬度とは、硬質膜を斜めに切断し微小荷重を掛けて、小さな圧痕を測定して求める。このとき圧痕は、小さいので走査形電子顕微鏡や原子間力顕微鏡を用いて測定される。本発明においては、ナノインデントによる硬度が18GPa以上55GPa以下の範囲で基材側から表面側に連続的または断続的に増加または減少することが望ましい。

【0009】

ここで、表面被覆膜中の硬度の変化のさせ方であるが、図1に示す通り、表面被覆膜中で基材側から表面に向かって、連続的または段階的に増加又は減少させることが可能である。即ち、図1の(1)は、基材側の硬度が最も低く最表面の硬度が最も高くなっていて硬度が直線的に増加している。図1の(2)場合は、基材表面で硬度が最も高く、膜最表面で硬度が最も低くなっていて硬度が直線的に減少している。図1の(3)は、基材表面の硬度が最も低く、膜最表面で硬度が最も高く、硬度が段階的に増加している。図1の(4)は、基材側で硬度が最も高く、膜最表面で硬度が最も低くなっていて、硬度は、段階的に減少している。

【0010】

前記表面被覆膜中において、Siは表面被覆膜構成元素として不可欠である。要因は特定できないが、Siを含有することで被膜硬度が向上する。従って、Siの原子比率 y を $0.1 \leq y \leq 0.8$ と規定した。被膜中にSiが存在すると被膜の硬度が向上するので好ましいが、原子比率で0.8以上含有すると被膜が脆くなり逆に摩耗は促進された。また、 $M_x Si_y$ の合金ターゲットを熱間静水圧加圧処理で作製する場合、0.8を越えてSiを含有させるとターゲットが作製中に割れてしまい、コーティングに使用可能な材料強度が得られないことがわかった。さらに好ましくは被膜中のSi量は、原子比率で0.1を越えて0.3以下であることが好ましい。

【0011】

Si以外の金属Mは、Ti、Al、Cr、Zr、V、Hf、Nb、Mo、W、Taの1種以上の成分で構成されることが好ましい。このうち、より耐酸化性を向上させるためには、Ti、Al、Crが、高硬度化のためにはZr、Nb、Mo、Ta、Wが、潤滑性向上のためにはV、Crが有効であることがわかってきた。また金属MはTiAl、TiCr、AlCr、TiZr、ZrCr、TiAlCr、TiAlZr、TiAlCrZrなどの合金であってもよい。

【0012】

表面被覆膜の厚みが0.1~5.0 μ mであることが好ましい。厚みが0.1 μ m未満では耐摩耗性の向上が見られず、逆に5.0 μ mを越えると表面被覆膜中の残留応力が大きくなり基材との密着強度が低下するので好ましくない。

【0013】

また、本発明の被覆硬質工具は、基材表面と前記表面被覆膜との間にTi、Crの金属またはそれらの窒化物を含む中間層をさらに備えることが好ましい。この場合の中間層は、基材表面と前記表面被覆膜との両方に密着性が良いので、基材と表面被覆膜の密着性を一層向上させることができる。そのため、表面被覆膜が基材から剥がれることなく切削工具寿命をさらに向上させることができる。さらに、上記の中間層の厚みが0.01~1 μ mであることが好ましい。0.01 μ m未満では密着強度の向上が見られず、逆に1 μ mを超えても密着強度の更なる向上は見られなかった。

【0014】

基材は、WC基超硬合金、サーメット、高速度鋼、セラミックス（炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウムなど）、立方晶窒化珪素焼結体、ダイヤモンド焼結体、窒化珪素焼結体、酸化アルミニウムと炭化チタンからなる基材のいずれかであることが好ましい。

【0015】

本発明の表面被覆膜を基材に被覆するためには結晶性の高い化合物を形成することが出来る成膜プロセスで作製

されることが不可欠である。そこで種々の成膜方法を検討した結果、物理的蒸着法を用いることが好ましい。物理的蒸着法には、スパッタリング法、イオンプレーティング法、などがある。特に原料元素のイオン率が高いアーク式イオンプレーティング法が一番適していることがわかった。このアーク式イオンプレーティング法を用いると表面被覆膜を形成する前に基材表面に対して金属のイオンボンバードメント処理が可能となるため、被膜の密着性が格段によくなるので密着性という意味からも好ましいプロセスである。

【0016】

最表面層として $TixSi_yCaNb$ (ただし $x+y=1$ 、 $0.1 \leq y \leq 0.8$ 、 $a+b=1$ 、 $0 \leq a \leq 0.6$) で示される化合物層がさらに被覆されていることが好ましい。要因を解明したわけではないが、本発明者らが鋼などの鉄系材料に対する焼き付き状態をピンオンディスク試験で評価したところ、上記組成の被膜のみ鋼の焼き付きがなく、摩擦係数が小さかった。このことから、被膜が工具の最表面にあると切削抵抗が小さく、工具寿命の延長が図れることがわかった。

【0017】

【発明の実施の形態】

(実施例1)

本発明と比較例のサンプルを以下に説明する方法で作製した。

(i) 本発明品の作製

基材として、SDKN42形状のISO P30の超硬合金を用意した。図2はこの発明で用いた成膜装置の模式図である。図2を参照して、成膜装置はチャンバー1とガスを供給するためのガス導入口2と、基材ホルダー4と、アーク式蒸発源6、7と、可変電源としての直流電源8、9、基板バイアス直流電源10とを備える。

【0018】

チャンバー1は図示されない真空ポンプと連結されており、排気口3を通して、チャンバー1内の圧力を変化させることが可能である。チャンバー1内に基材5を保持するための基材ホルダー4が設けられている。基材ホルダー4には基板バイアス用の直流電源10の負極と電気的に接続されている。基板バイアス電源10の正極はアースされている。

【0019】

チャンバー1の側壁には、アーク式蒸発源6、7が取り付けられている。アーク式蒸発源6、7は、直流電源8、9の負極と電気的に接続されている。直流電源8、9の正極はアースされ、かつチャンバー1と電気的に接続されている。アーク式蒸発源6、7とチャンバー1との間のアーク放電によって、アーク式蒸発源6、7を部分的に溶解させて蒸発源物質を基材方向に蒸発させるものである。アーク式蒸発源6、7とチャンバー1との間

には数十から数百V程度の電圧が印加される。

【0020】

チャンバー1にガスを供給するガス導入口2には、図示していないマスフローコントローラーを介して様々なガスが導入される。このガスの例として、アルゴン、窒素ガス、酸素ガスまたは、例えばメタン、アセチレン、ベンゼンなどの炭化水素ガスなどがある。

【0021】

まず、図2で示すような装置を用いて、真空ポンプによりチャンバー1内を減圧するとともに、ヒーター（図示せず）により基材5を温度450℃に加熱し、チャンバー1内の圧力が 1.0×10^{-3} Pa となるまで真空引きを行なった。次に、ガス導入口2からアルゴンガスを導入してチャンバー内の圧力を3.0 Paに保持し、基板バイアス電源10の電圧を徐々に上げながら、-1000Vとし、基材5の表面のクリーニングを15分間行なった。その後、アルゴンガスを排気した。

【0022】

次に、基板バイアス電源10の電圧を-1000Vに維持したまま、チャンバー1内にガス導入口2を通して100SCCMのアルゴンと、窒素の混合ガスを導入した。直流電源8から100Aのアーク電流を供給し、アーク式蒸発源6から金属イオンを2分間発生させた。これにより、金属イオンが基材5の表面をスパッタクリーニングし、基材5の表面の強固な汚れや酸化膜が除去された。

【0023】

その後、チャンバー1内の圧力が2.7 Paになるように、ガス導入口2から窒素ガスを導入し、基板バイアス電源10の電圧を-150Vとした。すると、基材5の表面において金属窒化膜の形成が始まった。TiNの金属窒化膜が、0.3 μmの厚みに達するまでこの状態を維持した。これにより、中間層としてTiNの金属窒化膜を形成した。ここで、窒素ガスを導入しなければ、中間層としてTiなどの金属膜が得られる。

【0024】

中間層としてTiNなどの金属窒化膜の形成が終了すると、この状態のままアーク式蒸発源6を構成する金属が前方方向に蒸発し、かつアーク式蒸発源7を構成する金属MとSiの化合物が前方方向に蒸発して、基材5の表面に所定の厚みの耐摩耗性表面被覆膜を形成して本発明に従った表1に示す被覆切削工具を作製した。この方法は、いわゆるアーク式イオンプレーティング法である。なお、表1の中の発明品3、4など金属元素の種類の多い場合は、蒸発源7に加えて蒸発源6をさらに使うことができる。蒸発源はさらに、3個以上使用することもできる。

【0025】

【表1】

試料 番号	中間層		表面被覆膜				最表層	
	膜種	膜厚 (μm)	膜種	膜厚 (μm)	硬度 基材側 Gpa \rightarrow 表面側 Gpa	変化	膜種	膜厚 (μm)
発明品 1	TiN	0.3	$\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3}\text{N}$	3.2	23 \rightarrow 38	連続	なし	0
発明品 2	CrN	0.08	$\text{Cr}_{0.6}\text{Si}_{0.4}\text{N}$	2.5	25 \rightarrow 51	連続	$\text{Ti}_{0.8}\text{Si}_{0.2}\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5}$	0.3
発明品 3	Ti	0.1	$\text{Ti}_{0.2}\text{Al}_{0.4}\text{V}_{0.2}\text{Si}_{0.2}\text{N}$	4.5	30 \rightarrow 41	連続	なし	0
発明品 4	Cr	0.1	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.3}\text{Cr}_{0.2}\text{Si}_{0.2}\text{N}$	3.4	20 \rightarrow 37	4 段階	$\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3}\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5}$	0.4
発明品 5	なし	0	$\text{Zr}_{0.3}\text{Al}_{0.3}\text{Si}_{0.3}\text{Ta}_{0.1}\text{N}$	1.6	23 \rightarrow 49	5 段階	なし	0
発明品 6	TiN	0.2	$\text{Ti}_{0.2}\text{Al}_{0.4}\text{Nb}_{0.3}\text{Si}_{0.2}\text{N}$	2.8	50 \rightarrow 31	連続	なし	0
発明品 7	CrN	0.5	$\text{Ti}_{0.4}\text{Cr}_{0.4}\text{Si}_{0.2}\text{O}$	3.6	40 \rightarrow 22	連続	$\text{Ti}_{0.8}\text{Si}_{0.2}\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5}$	0.3
発明品 8	TiN	0.4	$\text{Ti}_{0.4}\text{Hf}_{0.3}\text{Si}_{0.3}\text{N}$	4.0	38 \rightarrow 26	連続	なし	0
発明品 9	CrN	0.3	$\text{Cr}_{0.6}\text{Si}_{0.2}\text{W}_{0.2}\text{N}$	2.7	37 \rightarrow 19	4 段階	$\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3}\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5}$	0.4
発明品 10	TiN	0.3	$\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.2}\text{Si}_{0.2}\text{Mo}_{0.2}\text{N}$	3.3	49 \rightarrow 25	5 段階	なし	0
比較品 1	TiN	0.3	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	3.0	32 \rightarrow 32	一定	なし	0
比較品 2	TiN	0.3	$\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3}\text{N}$	3.0	30 \rightarrow 30	一定	なし	0
比較品 3	TiN	0.3	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{CN}$	3.0	25 \rightarrow 25	一定	なし	0

【0026】

このとき、基板バイアス電源 10 の電圧を 30 分間かけながら 20 V から連続的に 100 V に変化させると、図 1 (1) のように硬度が連続的に増加し、膜最表面で最大となる表面被覆膜が得られた。また、図 1 (2) のような表面被覆膜を得るためには、上記の電圧印加の仕方

を逆転させればよい。また、残留圧縮応力または硬度を段階的に変化させるには基板のバイアス電圧を、20 V \rightarrow 40 V \rightarrow 60 V \rightarrow 80 V \rightarrow 100 V のように段階的に上げればよい。

【0027】

(i i) 比較品 1 の作製

比較品1の作製にあたっては、まず、本発明品と同じ基材を準備した。この基材を図2で示す基材ホルダー4にセットした。アーク式蒸発源6にチタン、アーク蒸発源7の材料をチタンアルミニウムの化合物($\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$)とした。 $(\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5})$ とは、TiとAlの原子%が50:50の化合物をいう。その他の成膜装置の構成については、本発明品の製造と同様にした。

【0028】

このような装置1を用いて、本発明品を製造したのと同様の手法を用いて、アルゴンで基材5の表面をスパッタクリーニングし、その後、チタンでスパッタクリーニングした。さらに、本発明品を製造した工程と同様に基材5の表面に厚さが0.3 μm のTiN膜による中間層を形成した。

【0029】

TiN膜の形成が終了すると、直流電源9からアーク式蒸発源7へ100Aの電流を供給して、アーク式蒸発源7からチタンイオン、アルミニウムイオンを発生させた。また、同時に上部ガス導入口2から窒素ガスを導入した。これらが基材5の表面で反応して基材5上の中間層であるTiN膜上に膜厚が3 μm の($\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$)N膜が得られた。成膜中、基板バイアス電圧は60V一定とした。これにより、従来製法によるTiAlN耐摩耗性を有する比較品1を得た。

【0030】

(iii) 比較品2の作製

比較品2の作製に当たっては、まず本発明品と同じ基材を準備した。この基材を図2で示す基材ホルダー4にセットした。アーク式蒸発源6にチタン、アーク式蒸発源7の材料をチタンシリコンの化合物($\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3}$)とした。 $(\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3})$ とは、TiとSiの原子%が70:30の化合物をいう。その他の成膜装置の構成については、本発明品の製造と同様にした。

【0031】

このような装置1をもちいて、本発明品を製造したのと同様の手法でアルゴンで基材5の表面をスパッタクリーニングし、その後、チタンでスパッタクリーニングし、

た。さらに、本発明品を製造した工程と同様に基材5の表面に厚さが0.3 μm のTiN膜による中間層を形成した。

【0032】

TiN膜の形成が終了すると、直流電源9からアーク式蒸発源7へ100Aの電流を供給して、アーク式蒸発源7からチタンイオン、Siイオンを発生させた。また、同時に上部ガス導入口2から窒素ガスを導入した。これらが基材5の表面で反応して基材5上の中間層であるTiN膜上に膜厚が3 μm の($\text{Ti}_{0.7}\text{Si}_{0.3}$)N膜が得られた。成膜中、基板バイアス電圧は60V一定とした。これにより、従来製法によるTiSiN耐摩耗性を有する比較品2を得た。

【0033】

(iv) 比較品3の作製

比較品3は、比較品1と中間層形成までは全く同じ方法で製造した。その後、TiN膜の形成が終了すると、直流電源9からアーク式蒸発源7へ100Aの電流を供給して、アーク式蒸発源7からチタンイオン、Alイオンを発生させると同時に、上部ガス導入口2から窒素ガスおよびメタンガスを導入した。これらが基材5の表面で反応して基材5上の中間層であるTiN膜上に膜厚が3 μm の($\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$)($\text{Co}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}$)膜が得られた。成膜中、基板バイアス電圧は100V一定とした。これにより、従来製法によるTiAlCN耐摩耗性を有する比較品3を得た。

【0034】

(v) 被覆切削工具寿命評価

上述の工程で製造したサンプルである本発明品、比較品1、2、3のそれぞれについて、実際に表2の条件による乾式の連続切削試験および断続切削試験を行い、刃先の逃げ面摩耗幅を測定した。寿命評価結果を表3に示す。表3から明らかなように、本発明品において切削工具寿命が大きく向上したことが確認された。なお、それぞれの試料のナノインデンターによる硬度測定結果を表1に示す。

【0035】

【表2】

切削条件	連続切削	断続切削
被削材	SCM435	S50C
切削速度(m/min)	300	200
送り(mm/刃)	0.35	0.3
切り込み(mm)	2	1.5
切削時間(min)	30	20
切削方法	フライス切削	フライス切削

【0036】

【表3】

試料番号	逃げ面摩耗量 (mm)	
	連続切削	断続切削
発明品 1	0.122	0.203
発明品 2	0.103	0.187
発明品 3	0.098	0.177
発明品 4	0.131	0.212
発明品 5	0.085	0.196
発明品 6	0.112	0.186
発明品 7	0.117	0.192
発明品 8	0.082	0.179
発明品 9	0.095	0.191
発明品 10	0.109	0.224
比較品 1	0.284	12 分欠損
比較品 2	0.325	8 分欠損
比較品 3	0.257	10 分欠損

【0037】

(実施例2)

実施例1と全く同じ方法により、リーマー (JIS K 10超硬合金) にそれぞれコーティングした。試料として、本発明品1、5、10および比較品1、2、3を得た。次に、これらのサンプルを用いて、実際に鋳鉄の穴あけ加工を行いその寿命評価を行った。

【0038】

30

切削条件は、リーマー径20mm、切削速度5m/min、送り0.4mm/刃、切り込み0.15mm、ウェット条件とした。なお、寿命の判定は、被加工材の寸法精度が規定の範囲をはずれた時点とした。その寿命評価結果を表4に示す。その結果、本発明のリーマーの寿命が大きく向上していることが確認された。

【0039】

【表4】

13

加工内容	寿命判定基準	本発明	本発明品	本発明品	比較品	比較品	比較品
リーマー加工	寸法精度が はずれる(個数)	47,000	45,000	52,000	8,900	9,500	4,500

【 0 0 4 0 】

(实施例 3)

実施例１と同じ方法を用いて、エンドミル（ＪＩＳ Ｋ １０超硬合金）にそれぞれにコーティングした。試料として、本発明品１、５、１０および比較品１、２、３を作製した。次に、これらのサンプルを用いて、実際に鑄鉄のエンドミル側面削り（切削幅１５mm）加工を行いその寿命評価を行なった。被削材は、SKD61、切削条件は、切削速度200m/min、送り0.07mm/刃、切り込みAd=10mm、Rd=0.2mm、ウェット切削とし、10分加工後の逃げ面摩耗量を測定した。その寿命評価結果を表５に示す。その結果、本発明のエンドミルの寿命が大きく向上していることが確認された。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

【表 5】

14

加工内容	寿命判定基準	本発明品 1	本発明品 5	本発明品 10	比較品 1	比較品 2	比較品 3
エンドミル側面削り	逃げ面摩耗量 (mm)	0.045	0.051	0.042	0.145	0.135	0.121

【 0 0 4 2 】

(实施例 4)

実施例 1 と同じ方法により、旋削用刃先交換型チップ（JIS P10 超硬合金、刃先形状はスクイ角 8°、逃げ角 6° である）にそれぞれにコーティングした。試料として、本発明品 1、5、10 および従来例 1、2、3 を作製した。次に、これらのサンプルを用いて、実際に鋼の中仕上げ旋削加工を行いその寿命評価を行なった。

【 0 0 4 3 】

被削材は、SCM435切削条件は、切削速度100m/min、送り0.08mm/rev、切込み2mm、ウェット切削とし30分切削後の逃げ面摩耗量を測定した。その結果は、表6に示されていて、本発明の旋削用刃先交換型チップの寿命が大きく向上していることが確

認された。
 【0044】
 【表6】

加工内容	旋削加工	寿命判定基準	逃げ面摩耗量 (mm)	本発明品	1	0.122	本発明品	5	0.105	本発明品	10	0.11	比較品	1	0.254	比較品	2	0.263	比較品	3	0.227
------	------	--------	----------------	------	---	-------	------	---	-------	------	----	------	-----	---	-------	-----	---	-------	-----	---	-------

【0045】
 (実施例5)
 まず、超硬合金製ポットおよびボールを用いて、質量で40%のTiNと10%のAlからなる結合材粉末と50%の平均粒径2.5μmのcBN粉末を混ぜ合わせ、

(9)

特開2004-74361

16

超硬合金製容器に充填し、圧力5GPa、温度1400℃で60分焼結した。このcBN焼結体を加工し、ISO規格SNGA120408の形状の切削用チップを得た。そのチップに、実施例1と同じ方法により、本発明品1を成膜した。

【0046】

この切削チップを用い、焼入鋼の1種であるS U J 2の丸棒(HRC62)の外周切削を行った。切削速度100m/min、切り込み0.2mm、送り0.1mm/rev、乾式で40分間の条件で切削を行い、逃げ面摩耗量を調べた。その結果、本発明品1の摩耗量が0.076mmであったのに対し、表面に硬質膜が被覆されていないcBN焼結体チップの摩耗量は0.265mmであった。

【0047】

【発明の効果】

この発明に従えば、ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどの切削工具における耐摩耗性の向上が図れた。このため、寿命の長い表面被覆切削工具を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

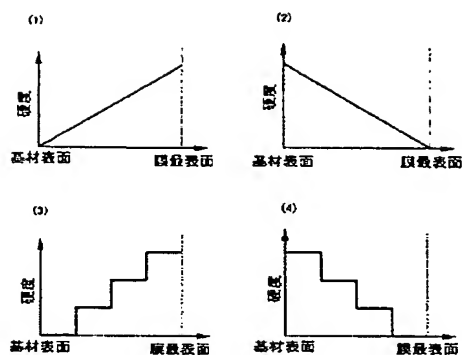
【図1】図1の(1)は、表面被覆膜の硬度が基材から膜表面に向かって連続的に高くなることを示す概念図、図1の(2)は、表面被覆膜の硬度が基材から膜表面に向かって連続的に低下することを示す概念図、図1の(3)は、表面被覆膜の硬度が基材から膜表面に向かって段階的に高くなることを示す概念図、図1の(4)は、表面被覆膜の硬度が基材から膜表面に向かって段階的に低下することを示す概念図である。

【図2】本発明で用いた成膜装置の模式図である。

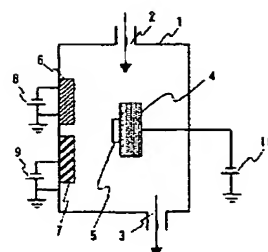
【符号の説明】

- 1 チャンバー
- 2 ガス導入口
- 3 排気口
- 4 基材ホルダー
- 5 基材
- 6、7 蒸発源
- 8、9 直流電源
- 10 基板バイアス電源

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 瀬戸山 誠

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 山縣 一夫

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 森口 秀樹

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

F ターム(参考) 3C037 CC01 CC04 CC09 CC10 CC11

3C046 FF03 FF04 FF05 FF10 FF11 FF13 FF21 FF25

4K029 AA02 AA04 BA41 BA52 BA54 BA58 BA60 BC02 BD05 CA04